

FINNEGAN, HENDERSON, FARABOW, GARRETT & DUNNER, L.L.P.

1300 I STREET, N. W.
WASHINGTON, DC 20005-3315

202 • 408 • 4000
FACSIMILE 202 • 408 • 4400

WRITER'S DIRECT DIAL NUMBER:

(202) 408-4020

September 6, 2000

ATTORNEY DOCKET NO.: 08038.0021

Box Patent Application
Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

New U.S. Patent Application

Title: METHOD AND APPARATUS FOR SURFACE TREATMENT
being a **Continuation** of PCT International Application No. PCT/JP99/05676,
filed October 14, 1999.

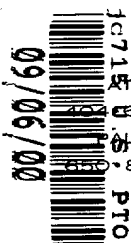
Inventor: Yasuo KOBAYASHI

Sir:

We enclose the following papers for filing in the United States Patent and Trademark Office under 35 U.S.C. 111(a) as a **Continuation** application of PCT International Application No. PCT/JP99/05676, filed October 14, 1999, which claimed priority of Japanese Patent Application No. 1998-291867, filed October 14, 1998.

The application, which is not in the English language is enclosed, for filing in the United States Patent and Trademark Office in connection with the above-referenced application in accordance with 37 C.F.R. §1.52(d) and §608.01 of the MPEP, Filing of Non-English Language Applications:

1. A check for \$730.00 representing a \$690.00 filing fee and \$40.00 for recording the Assignment.
2. Non-English Application - 21 pages, including 1 independent claim and 13 claims total.
3. Drawings - 8 sheets of drawings containing 14 figures.



TOKYO
011•813•3431•6943
BRUSSELS
011•322•646•0353



4. Declaration and Power of Attorney.
5. Recordation Form Cover Sheet and Assignment to TOKYO ELECTRON LIMITED.
6. Information Disclosure Statement and Information Disclosure Citation, PTO 1449 with cited documents attached.

Applicant claims the right to priority based on Japanese Patent Application No. 1998-291867, filed October 14, 1998.

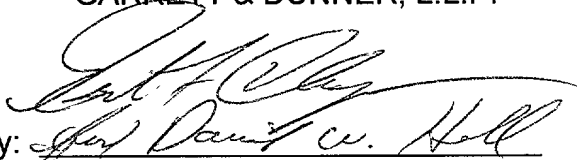
An English translation of the non-English language papers will be filed in the U.S. Patent and Trademark Office within the required time period.

Please accord this application a serial number and filing date and record and return the Assignment to the undersigned.

The Commissioner is hereby authorized to charge any additional filing fees due and any other fees due under 37 C.F.R. § 1.16 or § 1.17 during the pendency of this application to our Deposit Account No. 06-0916.

Respectfully submitted,

FINNEGAN, HENDERSON, FARABOW,
GARRETT & DUNNER, L.L.P.

By: 

David W. Hill
Reg. No. 28,220

ERNEST F. CHAPMAN
Reg. No. 25,961

DWH/FPD/rgm
Enclosures

明 細 書

表面処理方法及びその装置

技術分野

本発明は、被処理体、例えば半導体ウエハの表面をクリーニングする表面処理方法及びそれに用いる表面処理装置に関する。

背景技術

一般に、半導体集積回路（半導体素子）を製造するためには、被処理体である半導体ウエハ等の基板に対して所定の成膜とパターンエッチング等を繰り返して行ない、多数の所望の素子を形成するようになっている。

ところで、このように被処理体（基板）に対して各種の処理工程を行うに当たって、被処理体、例えば半導体ウエハ（以下“ウエハ”という）を各処理装置間で搬送する必要があることから、ウエハが大気に曝されることが避けられなかった。そのため、ウエハ表面の大気に曝される部分（例えば、コンタクトホール底のシリコン基板の露出部や、ビアホール底の金属層の露出部等）に、それら露出部と大気中の酸素や水分とが反応することによって、いわゆる自然酸化膜が発生し易かった。また、ウェット洗浄（例えばRCA洗浄）の薬液と前述の露出部が反応することにより、その表面に化学酸化物（Chemical Oxide）が発生するおそれがあった。また、各種の処理工程や、各処理装置間の搬送の間に、ウエハ表面が金属等で汚染されるおそれもあった。

このような自然酸化膜及び化学酸化物を含めた酸化物（以下、総称して“自然酸化物”という）や金属汚染は、半導体素子の特性、例えば電気的特性等を劣化させることから、ウエハへの成膜工程等の前処理として、酸化物や金属汚染等をウエハ表面から除去してウエハ表面をクリーニングする表面処理が行なわれている。

自然酸化膜等を除去するこの種の表面処理は、従来は、ウエハをHF溶液等の薬液中に浸漬して自然酸化膜等をウエハの表面より除去する、いわゆるウェット

洗浄（例えばRCA洗浄）が一般的に行われてきた。しかしながら、半導体素子の高集積化及び高微細化が進むにつれて、素子サイズ、例えばその線幅やコンタクトホール径等も微細となり、例えばコンタクトホールのアスペクトレシオが大となるとともにその径は0.2～0.3 μm 程度、あるいはそれ以下（例えば、0.12 μm ）になりつつある。この微細化のために、ウェット洗浄中、薬液がこのような微細なコンタクトホール内に十分に浸み込まなかったり、あるいはこれとは逆にこの中に浸み込んだ薬液がその表面張力のためにこのコンタクトホール内から排出できない事態が生じていた。このためコンタクトホールの底部に発生した自然酸化膜を十分に除去することができないとする致命的な問題点が生じていた。

また、複数層からなる積層構造体をウェット洗浄する場合、そのコンタクトホール壁のエッチングレートが層毎に異なることから、ホール壁面に凹凸が発生する等の問題点があった。

添付した図8A及び図8Bは、例えばシリコン材（Si）からなるウエハWの表面に形成されたドレインやソースに電氣的コンタクトをとるためのコンタクトホール202を示して、図8Aに示すホール径Dは、0.2～0.3 μm 程度である。このホール202の多層構造の壁面は、図8Aに示すように、異なる成膜工程で形成された、例えば3層構造の、シリコン酸化膜（SiO₂）よりなっている。ここで、例えば、ウエハW表面に成膜された第1層目のSiO₂膜204は、熱酸化により形成された膜であり、第2層目のSiO₂膜206は、スピンコート法により形成されたリンドープドガラスであり、また第3層目のSiO₂膜208は、シリカガラスにより形成されている。そして、図8Aに示すように、コンタクトホール202の底部に自然酸化膜210が発生している。

このような3層構造の成膜層においては、各層を構成するSiO₂膜204、206、208は、ウェット洗浄する際、薬液に対するエッチング速度がそれぞれ異なっている。そのため、ウェット洗浄によって自然酸化膜210を除去した後には、図8Bに示すように、ホール202の側壁に、前述したエッチング速度の差に起因して凹凸209が発生したり、あるいは薬液が浸入し易い各層間の境界部分が過度に削り取られてしまう（切込み部分参照）といった問題点が従来の

ウェット洗浄にあった。

そこで、このような従来のウェット洗浄のもつ問題点を解決するために、薬液によるウェット洗浄に代えて、エッチングガスを用いて自然酸化膜を除去する、いわゆるドライ洗浄（エッチング）法が種々提案されている（例えば、特開平4-206526号公報、特開平6-196455号公報参照）。

一般にドライ洗浄による自然酸化膜除去法としてアルゴンガスと H_2 ガスによるスパッタエッチングが用いられている。

さらに、例えば、上記した特開平4-206526号公報に示す半導体ウエハのスルーホール金属穴埋め方法においては、前処理室で下地金属の一部を露出させた露出下地の前処理、とくにその金属膜の表面に存在する酸化膜を ClF_3 ガスを供給・加熱してライトエッチングし、いわゆる自然酸化膜等の除去を行っている。そして、この前処理したウエハを大気に曝すことなく、搬送手段により前処理室から成膜室へ搬送して金属の選択CVD処理を行うようになっている。

また、上記した特開平6-196455号公報に示すウエハの処理方法では、ウエハを ClF_3 ガスと H_2 ガスとの混合ガス雰囲気に入れ、この混合ガスに紫外線を照射してウエハ上に発生した自然酸化膜をウエハを加熱することなく除去している。

しかしながら、従来のアルゴンガスと水素ガスによるスパッタエッチング法ではウエハのコンタクトへの損傷のおそれがあり、低エネルギーのドライ洗浄が要求されていた。

また、公知の ClF_3 ガスによるウエハのクリーニングは、次の問題点を有していた。

すなわち、クリーニングに用いた ClF_3 ガスに由来する塩素によって、ウエハ上の金属膜等が腐蝕されて、製品としての半導体素子の歩留まり、信頼性が低下するという問題点があった。つまり、 ClF_3 ガスは塩素含有ガスであるため、 ClF_3 ガスを用いてウエハ表面のクリーニングを行った後には、例えば、その表面に存在するシリコンや金属等の原子と結合した塩素原子というかたちで、塩素がウエハ上に残留し、この残留塩素によって、ウエハ上に形成された金属膜等（例えば半導体素子の配線として機能する）が腐蝕されるので、半導体素子の電

電気的特性等が劣化し、製品である半導体素子の信頼性、歩留まりが低下することになる。

また、 ClF_3 ガスによる反応が過度に進行して、ウエハへのダメージを招来させ、製品としての半導体素子の歩留まり、信頼性が低下するという問題点もあった。つまり、 ClF_3 ガスを用いてウエハ表面のクリーニングを行った後には、自然酸化物等だけでなく、ウエハ上に形成された、例えば、 SiO_2 等の絶縁膜、 Al などの金属膜も ClF_3 ガスと反応してエッチングされてしまう。そして、例えば、半導体素子の層間絶縁膜として機能する絶縁膜や半導体素子の配線として機能する金属膜等が過度にエッチングされると、半導体素子の電気的特性等が劣化し、製品である半導体素子の信頼性、歩留まりが低下することになる。

本発明は、このような従来の被処理体表面のクリーニングのもつ問題点に鑑みてなされたもので、半導体素子等の製造工程において用いられた場合に製品の信頼性を向上させることが可能な表面処理方法及びその装置を提供することを目的とする。

発明の開示

上記目的を達成するために、請求の範囲第1項に係る発明は、 ClF_3 ガスを用いて被処理体の表面をクリーニングする工程と、クリーニング工程で被処理体の表面に残留した ClF_3 ガスに由来する塩素を該表面から除去する塩素除去工程とを有することを特徴とする。

請求の範囲第2項に係る発明は、塩素除去工程が還元ガスを用いて塩素を被処理体の表面から除去する工程を有することを特徴とする。

請求の範囲第3項に係る発明は、還元ガスが H_2 ガスであることを特徴とする。

請求の範囲第4項に係る発明は、被処理体の表面に ClF_3 ガスを供給して被処理体の表面に ClF_3 ガスを吸着させる吸着工程と、 ClF_3 ガスの被処理体表面への供給を停止する工程と、被処理体の表面に吸着した ClF_3 ガスを用いて被処理体の表面をクリーニングする工程とを有することを特徴とする。

請求の範囲第5項に係る発明は、吸着工程において、被処理体を 20°C 以下に冷却することを特徴とする。

請求の範囲第 6 項に係る発明は、内部に被処理体が配置される処理容器と、処理容器内に C l F₃ ガスを供給する手段と、供給した C l F₃ ガスを活性化する手段と、処理容器内に還元ガスを供給する手段とを備えることを特徴とする。

請求の範囲第 7 項に係る発明は、内部に被処理体が配置される処理容器と、処理容器内に C l F₃ ガスを供給する手段と、被処理体への C l F₃ ガスの吸着を促進する手段と、供給した C l F₃ ガスを活性化する手段とを備えることを特徴とする。

請求の範囲第 8 項に係る発明は、処理容器内に設けられ、被処理体を載置する載置台を備えることを特徴とする。

請求の範囲第 9 項に係る発明は、被処理体への C l F₃ ガスの吸着を促進する手段が、載置台に内设され、かつ該載置台上に載置された被処理体を冷却する手段であることを特徴とする。

請求の範囲第 1 0 項に係る発明は、C l F₃ ガスを活性化する手段が載置台の被処理体載置部から離間した加熱位置で被処理体を加熱する手段であることを特徴とする。

請求の範囲第 1 1 項に係る発明は、被処理体載置部と加熱位置との間で被処理体を昇降させる手段を備えることを特徴とする。

請求の範囲第 1 2 項に係る発明は、請求の範囲第 6 項から第 1 1 項のいずれか 1 項に記載の表面処理装置と、内部を非反応性雰囲気に維持することが可能であり、かつ表面処理装置との間で被処理体を非反応性雰囲気中で搬送可能に設けられた搬送チャンバと、搬送チャンバとの間で被処理体を非反応性雰囲気中で搬送可能に設けられた 1 個あるいは複数個の他の処理装置とを備えることを特徴とする。

請求の範囲第 1 3 項に係る発明は、他の処理装置が被処理体上に金属配線を形成するための金属配線形成チャンバであることを特徴とする。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の表面処理装置の一実施の形態の模式構成図である。

図 2 A 及び図 2 B は、図 1 に示した表面処理装置に用いられるウエハーリフト

機構を示し、図2 Aはその平面図、図2 Bはその側面図を示す。

図3 A及び図3 Bは、図1に示した表面処理装置に用いるC l F₃ガス供給部（シャワーヘッド）の変形例を示し、図3 Aは、リング状のシャワーヘッドを、また、図3 Bは、格子状のシャワーヘッドをウエハ載置台側から見た状態を示す平面図である。

図4は、本発明の表面処理方法の一実施の形態の各工程を示すフローチャートである。

図5 A、図5 B及び図5 Cは、本発明の表面処理方法の一実施の形態の工程を示す図であって、図5 Aは、ウエハに付着した自然酸化物の付着状態の拡大図、図5 Bは、ウエハ上にC l F₃ガスが吸着した状態の拡大図、図5 Cは、プラズマにより活性化した還元ガス（H₂ガス）によって残留塩素を除去する状態の拡大模式図である。

図6 A及び図6 Bは、ウエハ載置台の他の例を示す図であって、図6 Aはその平面図、図6 Bはその正断面図である。

図7は、図1に示した本発明の一実施の形態である表面処理装置を真空クリーニング装置として用いて加熱装置、配線形成装置及び冷却装置と組合せて構成した真空クラスタ装置の概念図である。

図8 A及び図8 Bは、自然酸化膜を除去する従来の表面処理方法を説明する図であって、図8 Aは、ウエハのコンタクトホール底部に生成された自然酸化膜の付着状態を示す拡大図、図8 Bは、コンタクトホールの側壁に凹凸等が形成された状態を示す拡大模式図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の表面処理方法とそれに用いる表面処理装置の一実施の形態を添付した図面を参照して説明する。

表面処理装置の構成

図1は、本発明の表面処理装置の実施形態の一例を示す概念構成図である。図1に示す表面処理装置（クリーニング装置）1は、半導体素子等の製造工程において、例えば、コンタクトホール202（図8 A参照）等が形成されたウエハW

そして、表面処理装置 1 は、 H_2 ガス等の還元ガスをプラズマ化して活性化するプラズマ形成管 30 と、被処理体であるウエハ W を収容してその表面のクリーニングを行うために所定の表面処理をする処理（反応）容器 10 と、この処理容器 10 内にクリーニングガスとしての ClF_3 混合ガスを供給するクリーニングガス供給管 26 と、から主に構成されている。

この処理容器 10 の底部には所定厚の底板 12 が嵌着されていて、この底板 12 上にはその表面を石英で覆われた基台 29 が配置され、この基台 29 には、石英によってウエハ載置部以外を覆われた円筒状のウエハ載置台（サセブター）20 が立設されている。このウエハ載置台 20 の略水平な上面には、被処理体であるウエハ W が石英製のクランプリング 21 により係止されるようになっている。さらに、円筒状の載置台 20 の内部には冷却媒体（チラー）を収納するジャケット（あるいはパイプ）22 をもつ熱交換体 23 が充填され、冷却媒体供給装置 42 より冷却管路 43 を介してウエハ W を所定の温度、例えば 20℃ 以下の温度に冷却するために冷却媒体がジャケット（あるいはパイプ）22 内に供給され、この冷却系を循環するようになっている。

また、載置台 20 には、後述するように、載置したウエハ W を、加熱の際に、載置台 20 のウエハ載置部から離間した加熱位置まで上昇させるピン駆動機構 25 により昇降されるウエハリフト手段 24 が配設されている。このウエハリフト手段 24 は、図 2 A、図 2 B にそれぞれ示すように構成されていて、処理容器 10 の下部に配設された載置台 20 の基台 29 の下面に液圧シリンダ 25（ピン駆

さらに、加熱ランプ 19 群は、金属等からなるカバー 18 により覆われていて、加熱ランプ 19 から外部への熱線及び光線を遮断するとともに、石英製のドーム 15 が仮りに破損しても ClF_3 や H_2 等のクリーニングガス及び還元ガスの外部への拡散、溢出を防ぐようにしてある。

なお、 ClF_3 ガスを活性化するための手段として、紫外線を照射するための光源を用いてもよい。

また、処理容器 10 の側壁には、ウエハ W の搬出入時に開閉されるゲートバルブ 10 a が設けられて、接続される搬送室とその開放時に連通するようになっている。ゲートバルブ 10 a の内面も石英被覆保護されている。

さらに、還元ガスを導入しプラズマ化するための石英製のプラズマ形成管 30 が同じく石英からなるドーム 15 の上部中央に溶融接合等により一体化して連結されてドーム 15 の中央で処理容器 10 に開口している。

このプラズマ形成管 30 の上端部には、この中に還元ガスである H_2 ガスを導入する還元ガス導入部 33 が接続されていて、 H_2 ガス源 36 から流量制御器 (MFC) 34 を介してガス通路 33 a に H_2 ガスを供給して、還元ガスとして誘導コイル 35 が巻回されたプラズマ形成管 30 のプラズマ発生部へ供給するようになっている。

この誘導コイル 35 には、例えば 13.56 MHz の高周波 (RF (Radio Frequency) 波) を発生する高周波電源 32 が、インピーダンスマッチングを行う整合回路 31 を介して、接続されている。高周波電力を誘導コイル 35 に供給することにより、プラズマ発生部に供給されてくる還元ガスがプラズマ化され、活性ガス種としてプラズマ形成管 30 の開口部 30 a から処理容器 10 内に供給される。

なお、プラズマ発生源としてマイクロ波放電管を用いてもよい。

さらに、プラズマ形成管 30 の開口部 30 a の下方に、処理容器内にクリーニングガスとしての ClF_3 ガスを供給する多数のガス噴出孔 26 a が (好ましくは略水平な面、すなわち載置台 20 上に載置されたウエハ W の表面に略平行な面、に沿って略等間隔に配置されて) 設けられている。これらガス噴出孔 (ClF_3 ガス供給部) 26 a は、導通管 26 に処理容器 10 の外壁に周設されたリング状の配管 26 b を介して接続され、この導通管 26 は、流量制御器 (MFC) 27 を介して ClF_3 ガス源 28 に接続されて所定流量の ClF_3 ガスを多数のガス噴出孔 26 a から処理容器 10 内に供給するようになっている。

ここで、図 1 では、これらのガス噴出孔 26 a は、処理容器 10 の内壁面から

僅かに内方に突出したパイプ状のものの先端部に開口されたものとしたが、直接、処理容器10の内壁面にガス噴出孔26aを開口させてもよい。

また、図3Aに示すように、石英製のリング状のシャワーヘッド261bを構成し、このシャワーヘッド261bに多数のガス噴出孔261aをその円周上に（好ましくはその円周上に略等間隔に配置して）下方（載置台20の方向）に向かって開口し、導通管261をこのリング状のシャワーヘッド261aに接続したものを処理容器10内の所定位置に（好ましくは略水平に）配設してC1F₃ガスを処理容器10内に供給するようにしてもよい。

さらに、図3Bに示すようにシャワーヘッド262bを格子状に形成して、多数のガス噴出孔262aを所定の個所に（好ましくはその格子上に略等間隔に配置して）開口させ、この格子状のシャワーヘッド262bに導通管262を接続したものを処理容器10内の所定位置に（好ましくは略水平に）配設してC1F₃ガスを処理容器10内に供給するようにしてもよい。

前述のように、C1F₃ガス供給手段を多数のガス噴出口を有するように構成することによって、C1F₃ガスを多数のガス噴出孔からシャワー状に処理容器10内に供給し、載置台20上に載置されたウェハW上に万遍なく均等に流下させることができる。

表面処理方法の構成

次に、本発明の表面処理方法の実施の形態の1例である、以上のように構成された表面処理（クリーニング）装置1を用いた表面処理（クリーニング）方法について、図4（フローチャート）に基づいて説明する。

図1に示す表面処理装置1において、まず、真空ポンプ41を作動させ、排気管40を介して真空引きすることにより、処理容器10内を真空雰囲気（例えば1～3 Torr）にする。

次に、被処理体であるウェハW1枚を、ゲートバルブ10aを開放して、隣接する、例えば真空搬送室から処理容器10内に搬入する。ウェハWを載置台（サセプター）20上に載置した後、ゲートバルブ10aを閉鎖し、クランプリング21を作動させて、ウェハWを載置台20に係止する（ステップS301）。この時、このウェハWには、例えば前工程においてコンタクトホール202（図7

参照) が形成されていて、このホール底部の表面には図 5 A に示すような膜厚 10 ~ 20 オングストロームの自然酸化物 80 が発生している。

その後、 ClF_3 (3 フッ化塩素) ガスを流量制御器 (MFC) 27 で所定の流量に制御しつつクリーニングガス供給管 26 に供給する。そして、 ClF_3 ガスを、処理容器 10 内に開口した多数のガス噴出孔 26 a からシャワー状に供給し、載置台 20 上に載置されたウエハ W 上に万遍なく均等に流下させる (ステップ S 302)。

この際、図 1 に示す冷却媒体供給装置 42 を作動させて、冷却媒体 (例えば、エチレングリコール) を載置台 20 内に供給して載置台 20 を冷却し、載置台 20 上のウエハ W を冷却する。載置台 20 上のウエハ W は冷却してあるので、この冷却により、ウエハ W への ClF_3 ガスの吸着が促進され、ウエハ W 上に ClF_3 ガスが良く吸着する (ステップ S 303)。発明者の実験によると、ウエハ W の表面温度が 100 °C 以下の温度領域では、 ClF_3 は殆んど分解せず、若干量がウエハ W の表面に吸着するだけである。これに対して、ウエハ W の表面温度が低い場合には、 ClF_3 の吸着量が増える。従って、 ClF_3 ガスをウエハ W の表面に効率良く吸着させるために、ウエハ W の表面温度を 20 °C 以下の温度に冷却する。このようにして、図 5 B に示すように、ウエハ W 上に ClF_3 ガス 81 を吸着させる。

次いで、処理容器 10 内への ClF_3 ガスの導入を停止する (ステップ S 304)。この時、処理容器 10 内は真空排気されている。

また、室温では、 ClF_3 は殆ど反応しない (自然酸化物 80 等が除去されず、ウエハ W の表面がクリーニングされない) ので、この状態で、クランプリング 21 を作動させてウエハ W の載置台 20 への係止を解除し、ウエハリフト手段 24 を駆動させてウエハ W を前述の加熱位置まで上昇させる (ステップ S 305)。そして、加熱手段の加熱ランプ 19 を点灯させ、加熱ランプ 19 によりウエハ W の上方からその表面を加熱する。このようにして、ウエハ W の温度を、室温から急速に所定の温度、例えば 150 °C の温度、まで上昇させる (ステップ S 306)。

この加熱ランプ 19 による 150 °C の温度への急速加熱によって、ウエハ W 上

に吸着された ClF_3 ガスはその表面上で熱分解し活性化される。そして、ウエハW表面から自然酸化物80等が除去され、ウエハWの表面のクリーニングがなされる（ステップS307）。クリーニング後、加熱ランプ19を消灯させる（ステップS308）。

このように、 ClF_3 ガスを用いてウエハW表面をクリーニングした後は、図5Cに示すように、ウエハWの表面に、クリーニングに用いた ClF_3 ガスに由来する塩素83が、例えばウエハWの表面を構成する原子に結合した塩素原子というかたちで、残留している。

そこで、図1に示す H_2 ガス源36から流量制御器34を介してガス通路33aに H_2 ガスを還元ガスとして供給する。誘導コイル35に高周波電力を供給することによって、ガス通路33aに供給された H_2 ガスは、プラズマ形成管30内でプラズマ化され、活性ガス種として、プラズマ形成管30の開口部30aから処理容器10内に載置されたウエハW上に流下する（ステップS309）。そして、図5Cに示すように、この H_2 還元ガス84は、ウエハW上に残留する塩素83をウエハW表面から還元作用により除去する（ステップS310）。

なお、この還元ガスによる残留塩素の除去を処理容器10以外の別のチャンバで行ってもよい。また、還元ガスをプラズマ化せずに処理容器10内に導入し、加熱ランプ19によってウエハWを所定の温度に加熱することによって、ウエハWからの残留塩素の除去を行ってもよい。

その後、還元ガスの導入を停止する（ステップS311）。この時、処理容器10内は真空排気されている。

最後に、図1に示すゲートバルブ10aを開放して、表面のクリーニングが終了したウエハWを処理容器10内から搬出し、例えば、隣接する真空搬送室に戻す（ステップS312）。その後、ゲートバルブ10aを閉鎖した後に、次工程、例えば、真空搬送室に隣接する加熱室へウエハWを搬送ロボット等により搬入する。

上述の表面処理方法では、ウエハWの表面に ClF_3 ガスを供給して、ウエハWの表面に ClF_3 ガスを吸着させ、 ClF_3 ガスのウエハWの表面への供給を停止した後に、ウエハWの表面に吸着した ClF_3 ガスを用いてウエハWの表面

また、ウエハWの表面温度を20℃以下の温度に冷却して、ウエハWへのC1F₃ガスの吸着を促進しているので、C1F₃ガスをウエハWの表面に効率良く吸着させることができる。

また、 ClF_3 ガスを用いてウエハWの表面をクリーニングし、ウエハWの表面に残留した、該 ClF_3 ガスに由来する塩素を還元ガスを用いて除去するようにしたので、該塩素によってウエハW上の金属膜等が腐蝕されることを抑制することができる。

なお、上述の表面処理方法は、S i上に発生した自然酸化物を除去する場合のほか、例えば、W、T i、A l、N i、C o及びそれらのシリサイド上に成長した極薄い（10～20オングストローム程度）酸化物を除去する場合にも適用できる。

また、上述の表面処理方法は、コンタクトホールが形成されたウエハWの表面のクリーニングを行う場合のほかに、例えば、ビアホールが形成されたウエハWの表面のクリーニングを行う場合にも適用できる。

次に、ウェア支持手段の他の実施の形態について図 6 A、図 6 Bを参照して説明する。

これらの図において、符号４０１は、処理容器を示す。この処理容器４０１の底部には、底板４０３が設けられており、この底板４０３の中心部には排気管４

05が設けられている。

一方、底板403のうち、排気管405が設けられた中心部から偏心した位置には、筒状の載置台支持部407が立設されている。この載置台支持部407には、円盤状のウエハ載置台409が固定されている。このウエハ載置台409は、その上面にウエハを載置する凹部411が形成され、この凹部411にウエハが載置されるようになっている。

また、ウエハ載置台409の内部には、この載置台を冷却するための冷媒を循環させる冷媒通路413が形成されている。この冷媒通路413は、ウエハ載置台409を均一に冷却できるようにウエハ載置台の外周部及び中心部の全域にわたって配設されている。この冷媒通路413には、一对の冷媒管路415が接続されている。この一对の冷媒管路415は、筒状の載置台支持部407の内部を通して配管され、冷媒供給手段（図示せず）に接続されている。そして、ウエハ載置台409に冷媒を供給及び排出することによって、ウエハを冷却できるようになっている。

一方、前記底板403のうち、排気管405が設けられた中心部から偏心した位置で、前記載置台支持部407から周方向に所定角度離間した位置には、ピン駆動機構417が固定されている。このピン駆動機構417は、その内部にモータ等の駆動源を有しており、この駆動源によって駆動されるロッド419を処理容器401内に突出させている。このロッド419の上端には、メインアーム421が固定されており、このメインアーム421は、この処理容器401の中心部に向かって突出して設けられている。このメインアーム421の先端には、3つのサブアーム423が設けられている。この3つのサブアーム423は、隣り合うサブアーム同士がそれぞれ120度をなすように半径方向外方に突出して形成されている。それぞれのサブアーム423の先端には、上方に突出して形成されたリフトピン425が設けられている。このリフトピン425は、ウエハ載置台に形成された孔部に挿入された状態で配設されている。このような構成において、まずピン駆動機構417内の駆動源を駆動することによって、ロッド419を上下動させる。そして、メインアーム421、サブアーム423を介してリフトピン425を昇降させることによって、ウエハ載置台409上のウエハを昇降

できるようになっている。

このウエハ支持手段にあつては、載置台支持部 407、ピン駆動機構 417 を処理容器 401 の外周部に配置することによって、排気管 405 を底板 403 の中央部に設けているから、処理容器内から排気される気体の流線を処理容器の軸線に対して軸対象に形成することができる。従つて、処理容器内の雰囲気にむらが生じるのを防止することができ、ウエハの均一な処理を行うことができる。

クラスタ装置の構成

以下に、本発明の表面処理装置を、搬送チャンバを介して他の処理装置（例えば金属配線形成チャンバ）と接続して構成したマルチチャンバ方式のクラスタ装置の一実施形態について説明する。

図 7 に示すクラスタ装置 100 は、本発明の処理装置の一実施形態である、図 1 に示す表面処理装置 1 を真空クリーニングチャンバ 101 として、真空クリーニングチャンバ 101、加熱チャンバ 102、1 台あるいは複数台の金属配線形成チャンバ 103（例えば、Al、Ti、TiN、Si、W、WN、Cu、Ta、Ta₂N₅、SiN 等の金属配線形成を被処理体上に CVD で行うもの）、冷却チャンバ 104 及びロードロックチャンバ 105 を、それぞれゲートバルブ 108 を介して、内部を真空に維持することが可能な搬送チャンバ 106 に接続したものである。そして、搬送チャンバ 106 内に配設された搬送ロボット 107 によって、被処理体、例えば半導体ウエハを、搬送チャンバ 106 とそれ以外の各チャンバとの間で、非反応性雰囲気である真空中で搬送可能に構成されている。

半導体ウエハは、まずカセット内に配置された状態でロードロックチャンバ 105 内に搬入され、ロードロックチャンバ 105 内の真空引きが行われる。次に、ウエハが、ロードロックチャンバ 105 内から搬送チャンバ 106 内に 1 枚ずつ搬入され、搬送チャンバ 106 内でオリフラ合せ等のアライメントが行われる。次に、ウエハが、搬送チャンバ 106 内から真空クリーニングチャンバ 101 内に搬入されて、真空クリーニングチャンバ 101 内でウエハの表面のクリーニングが行われる。

次に、ウエハが、真空クリーニングチャンバ 101 内から搬出されて搬送チャンバ 106 内に搬入された後、搬送チャンバ 106 内から加熱チャンバ 102 内

に搬入され、加熱チャンバ102内で予め加熱される。

さらに、ウエハが加熱チャンバ102内から搬出されて搬送チャンバ106内に搬入された後、搬送チャンバ106内から金属配線形成チャンバ103内に搬入され、金属配線形成チャンバ103内でCVDによりAl、Ti等の金属配線が、ウエハ上に形成される。次に、ウエハが、金属配線形成チャンバ103内から搬出されて搬送チャンバ106内に搬入された後、搬送チャンバ106内から冷却チャンバ104内に搬入され、冷却チャンバ104内で冷却される。

次に、ウエハが冷却チャンバ104から搬出された搬送チャンバ106内に搬入された後、搬送チャンバ106内からロードロックチャンバ105内に搬入される。ロードロックチャンバ105内に戻された処理後のウエハは、ロードロックチャンバ105内が常圧にされた後に、ロードロックチャンバ105から搬出されるようになっている。

ここで、とくに冷却チャンバ104を配置した理由は、通常約500℃の温度にウエハが加熱される金属配線形成チャンバ103から約150℃の温度しか許容されないウエハカセットを収納するロードロックチャンバ105へ配線形成後ウエハを搬入する前に大幅なウエハの温度低下が不可欠であるからである。

なお、金属配線形成の前に、ウエハを予め加熱しておく必要がない場合には、加熱チャンバ102を省略してもよい。

上述のクラスタ装置では、ウエハ表面のクリーニングからウエハ上への金属配線形成までの連続プロセスを、途中でウエハを大気に曝すことなく行うことができるので、クリーニングから金属配線形成までの間にウエハ上に自然酸化物が発生することを防止することができる。

これにより、該連続プロセスを、例えばコンタクトホール、ビアホールが形成されたウエハに対して行くと、ホールに埋め込まれる金属とホール底との接触部の抵抗値を低くすることができる。

また、該連続プロセスを一つのクラスタ装置内で行っているので、クリーニングから金属配線形成までの時間管理が不要になるとともに、該連続プロセスを高いスループットで行うことができる。

本発明の表面処理方法及びその装置によれば、半導体素子等の製造工程におい

1. C l F₃ ガスを用いて被処理体の表面をクリーニングする工程と、
前記クリーニング工程で前記被処理体の表面に残留した前記C l F₃ ガスに由来する塩素を該表面から除去する塩素除去工程と、
を有することを特徴とする表面処理方法。

3. 前記還元ガスがH₂ガスである、ことを特徴とする請求の範囲第2項に記載の表面処理方法。

4. 前記被処理体の表面にC1F₃ガスを供給して前記被処理体の表面にC1F₃ガスを吸着させる吸着工程と、
前記C1F₃ガスの前記被処理体表面への供給を停止する工程と、
前記被処理体の表面に吸着したC1F₃ガスを用いて前記被処理体の表面をクリーニングする工程と、
を有することを特徴とする表面処理方法。

5. 前記吸着工程において、前記被処理体を20℃以下に冷却することを特徴とする請求の範囲第4項に記載の表面処理方法。

6. 内部に被処理体が配置される処理容器と、
前記処理容器内に C l F₃ ガスを供給する手段と、
供給した前記 C l F₃ ガスを活性化する手段と、
前記処理容器内に還元ガスを供給する手段と、
を備えることを特徴とする表面処理装置。

7. 内部に被処理体が配置される処理容器と、
前記処理容器内に ClF_3 ガスを供給する手段と、
前記被処理体への ClF_3 ガスの吸着を促進する手段と、
供給した前記 ClF_3 ガスを活性化する手段と、
を備えることを特徴とする表面処理装置。

9. 前記被処理体への ClF_3 ガスの吸着を促進する手段が、前記載置台に内設され、かつ該載置台上に載置された前記被処理体を冷却する手段である、ことを特徴とする請求の範囲第8項に記載の表面処理装置。

11. 前記被処理体載置部と前記加熱位置との間で前記被処理体を昇降させる手段を備える、ことを特徴とする請求の範囲第10項に記載の表面処理装置。

内部を非反応性雰囲気に維持することが可能であり、かつ前記表面処理装置との間で被処理体を非反応性雰囲気中で搬送可能に設けられた搬送チャンバと、

13. 前記他の処理装置が被処理体上に金属配線を形成するための金属配線形成チャンバである、ことを特徴とする請求の範囲第12項に記載のクラスタ装置。

1/8

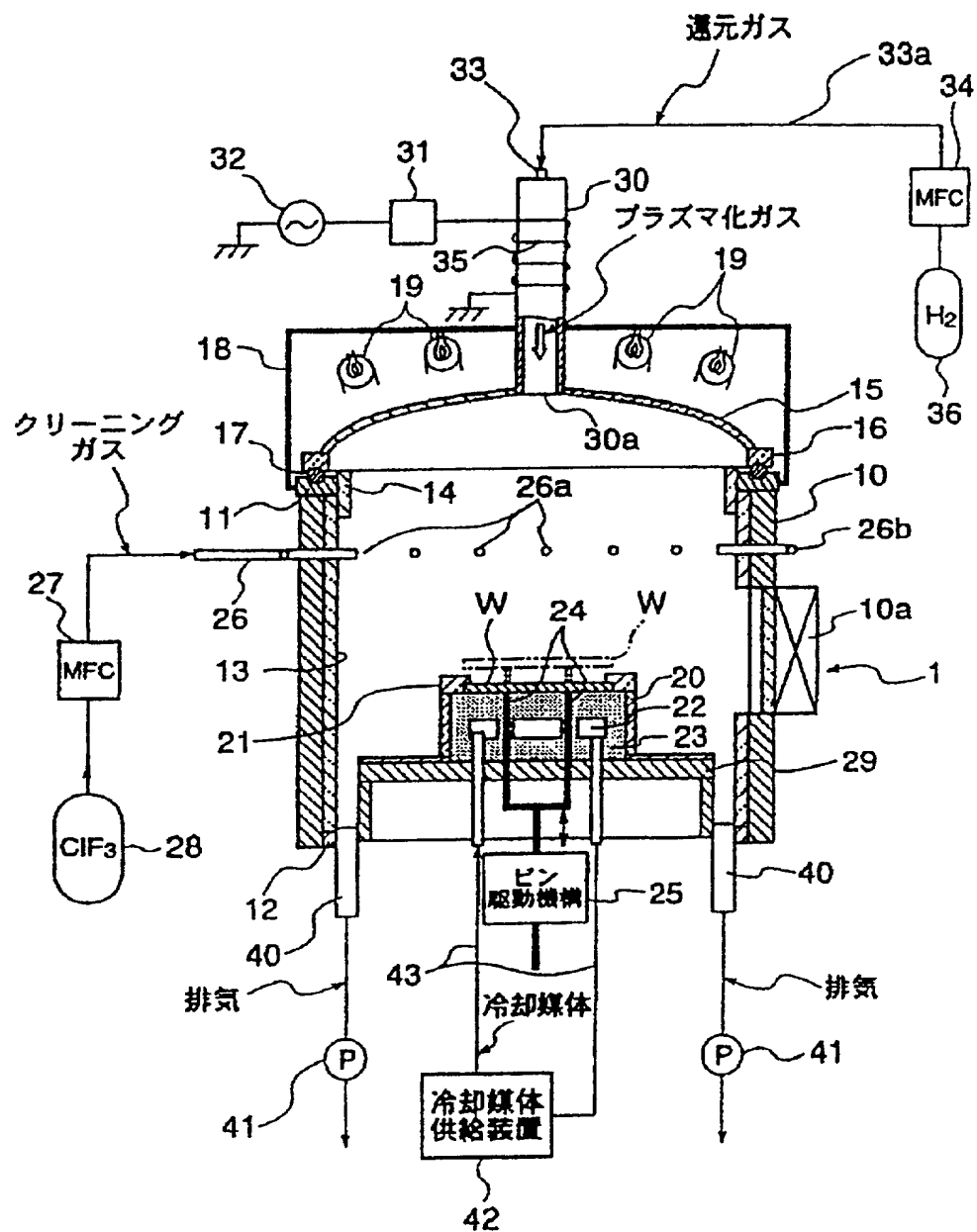


FIG. 1

2 / 8

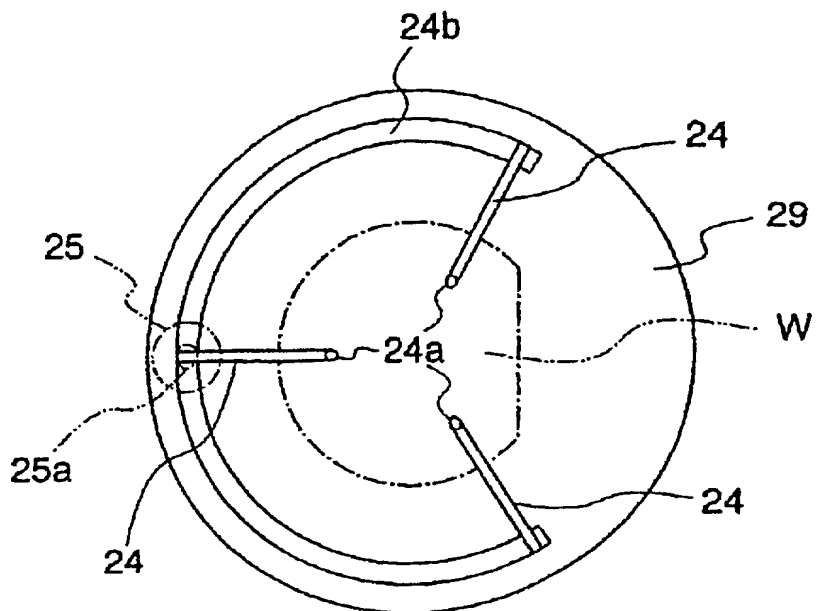


FIG. 2A

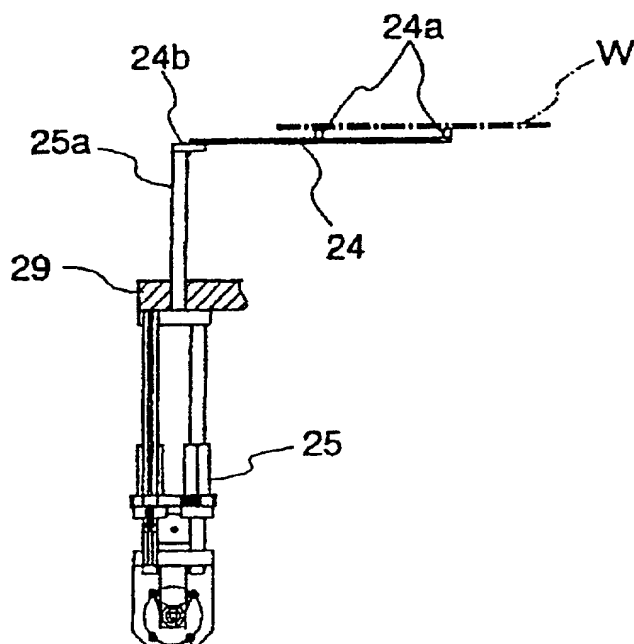


FIG. 2B

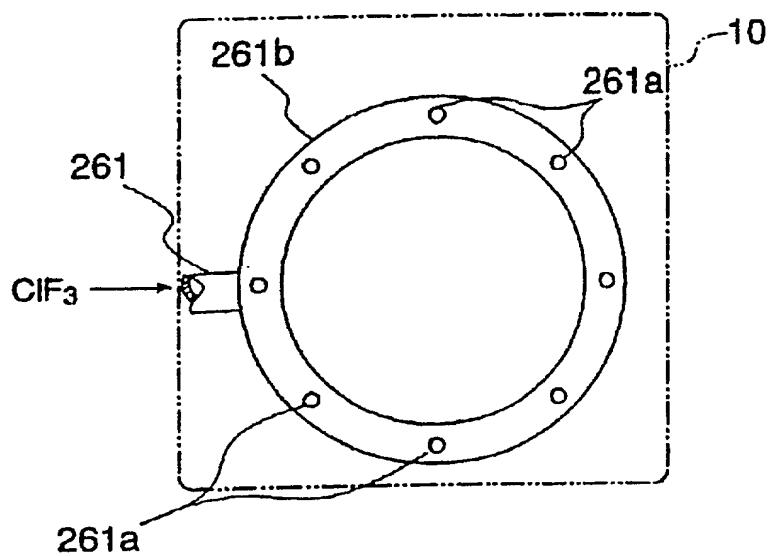


FIG. 3A

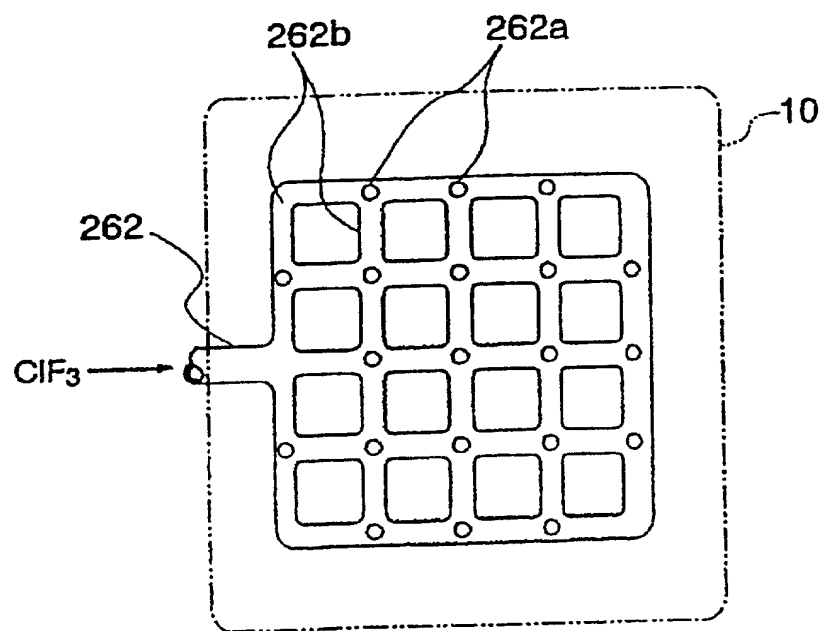


FIG. 3B

4/8

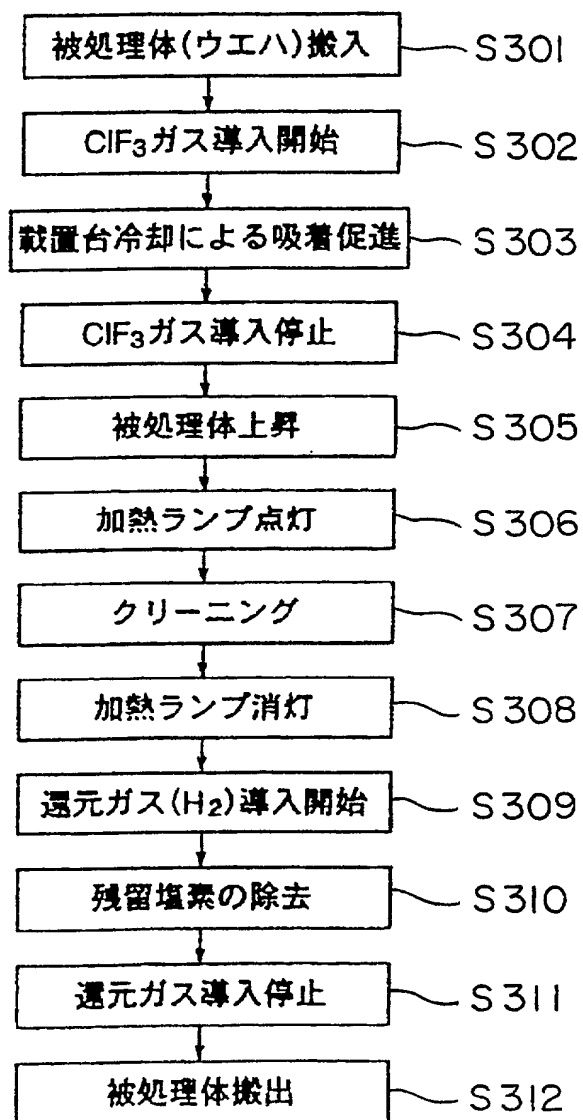


FIG. 4

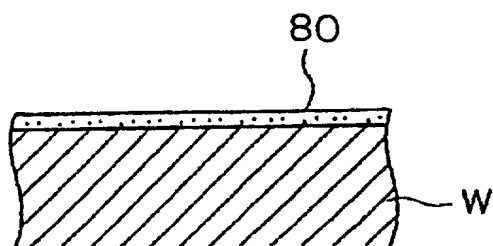


FIG. 5A

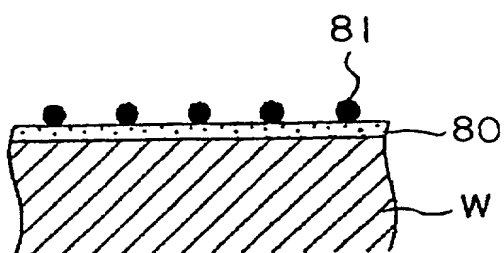


FIG. 5B

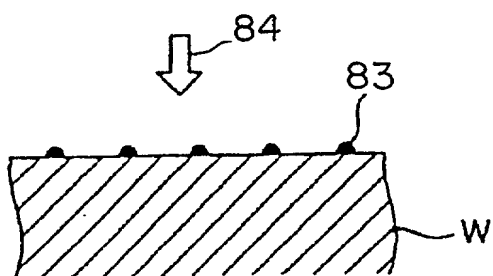


FIG. 5C

6/8

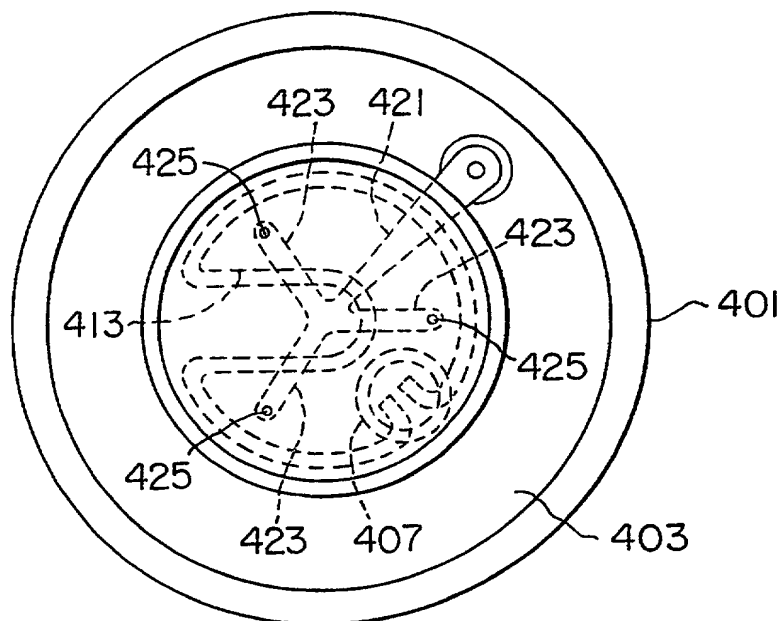


FIG. 6A

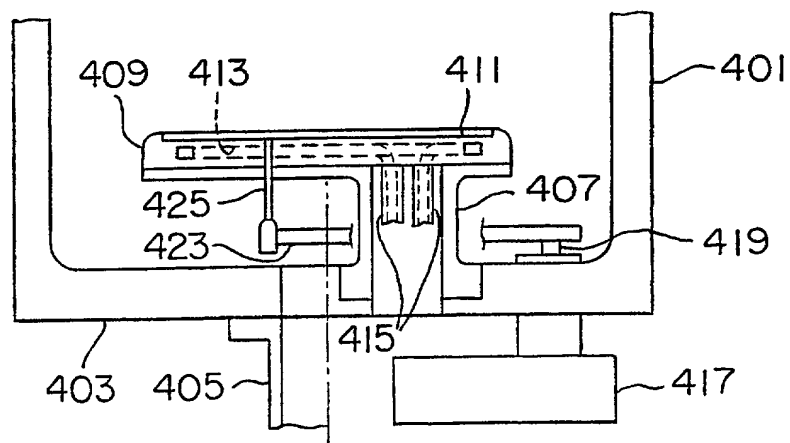


FIG. 6B

7/8

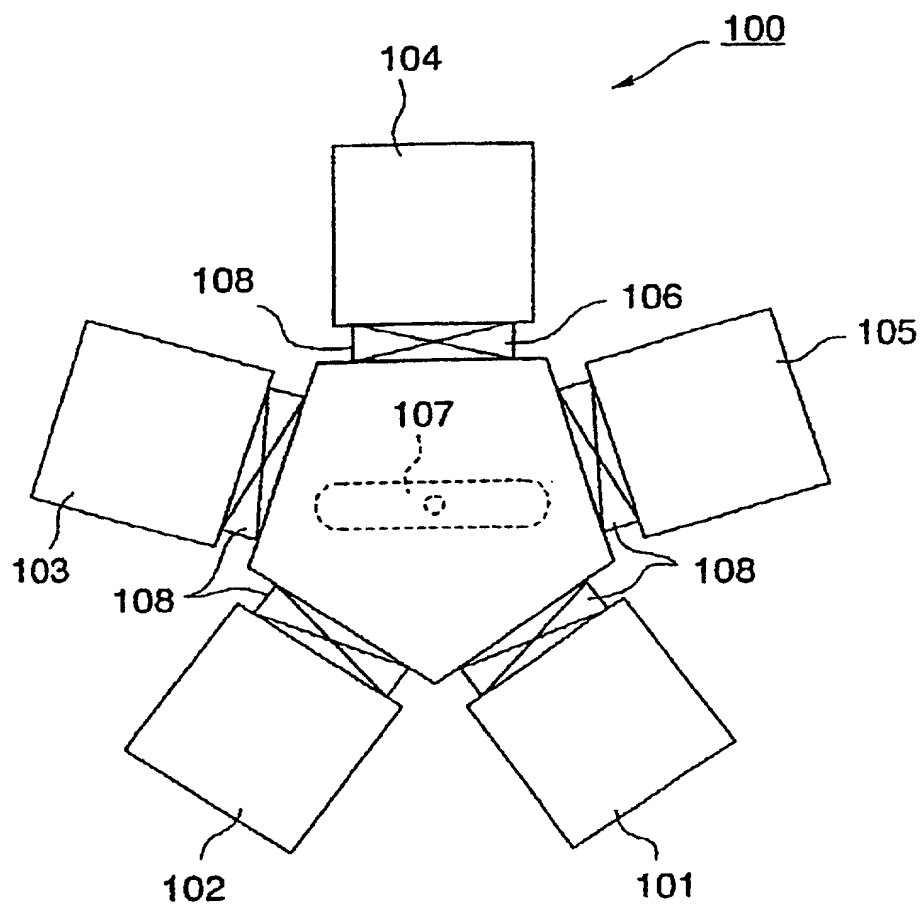


FIG. 7

8/8

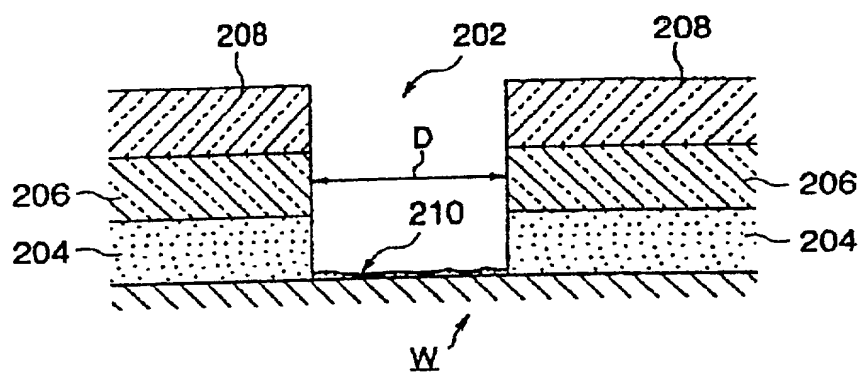


FIG. 8A

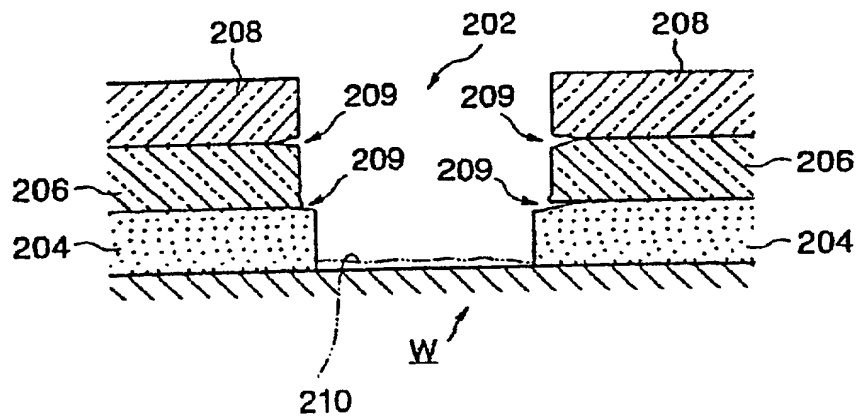


FIG. 8B

Attorney's Ref. No.:

Declaration and Power of Attorney For Patent Application

特許出願宣言書及び委任状

Japanese Language Declaration

日本語宣言書

私は、以下に記名された発明者として、ここに下記の通り宣言する:

As a below named inventor, I hereby declare that:

私の住所、郵便の宛先そして国籍は、私の氏名の後に記載された通りである。

My residence, post office address and citizenship are as stated next to my name.

下記の名称の発明について特許請求範囲に記載され、且つ特許が求められている発明主題に関して、私が最初、最先且つ唯一の発明者である（唯一の氏名が記載されている場合）か、或いは最初、最先且つ共同発明者である（複数の氏名が記載されている場合）と信じている。

I believe I am the original, first and sole inventor (if only one name is listed below) or an original, first and joint inventor (if plural names are listed below) of the subject matter which is claimed and for which a patent is sought on the invention entitled

表面処理方法及びその装置

METHOD AND APPARATUS FOR SURFACE TREATMENT

上記発明の明細書はここに添付されているが、下記の欄がチェックされている場合は、この限りでない:

the specification of which is attached hereto unless the following box is checked:

☐ _____に提出され、米国出願番号または特許協定条約 国際出願番号を _____ とし、(該当する場合) _____ に訂正されました。

☒ was filed on October 14, 1999 as United States Application Number or PCT International Application Number PCT/JP99/05676 and was amended on May 2, 2000 (if applicable).

私は、上記の補正書によって補正された、特許請求範囲を含む上記明細書を検討し、且つ内容を理解していることをここに表明する。

I hereby state that I have reviewed and understand the contents of the above identified specification, including the claims, as amended by any amendment referred to above.

私は、連邦規則法典第37編規則1.56に定義されている、特許性について重要な情報を開示する義務があることを認める。

I acknowledge the duty to disclose information which is material to patentability as defined in Title 37, Code of Federal Regulations, Section 1.56.

Burden Hour Statement: This form is estimated to take 0.4 hours to complete. Time will vary depending upon the needs of the individual case. Any comments on the amount of time you are required to complete this form should be sent to the Chief Information Officer, Patent and Trademark Office, Washington, DC 20231. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner of Patents and Trademarks, Washington, DC 20231

Japanese Language Declaration

(日本語宣言書)

私は、ここに、以下に記載した外国での特許出願または発明者証の出願、或いは米国以外の少なくとも一国を指定している米国法典第35編第365条(a)によるPCT国際出願について、同第119条(a)-(d)項又は第365条(b)項に基づいて優先権を主張するとともに、優先権を主張する本出願の出願日よりも前の出願日を有する外国での特許出願または発明者証の出願、或いはPCT国際出願については、いかなる出願も、下記の枠内をチェックすることにより示した。

I hereby claim foreign priority under Title 35, United States Code, Section 119 (a)-(d) or 365(b) of any foreign application(s) for patent or inventor's certificate, or 365(a) of any PCT International application which designated at least one country other than the United States, listed below and have also identified below, by checking the box, any foreign application for patent or inventor's certificate, or PCT International application having a filing date before that of the application on which priority is claimed.

Prior Foreign Application(s)

外国での先行出願

Priority Not Claimed

優先権主張なし

1998-291867

Japan

14/October/1998

(Number)

(Country)

(Day/Month/Year Filed)

(番号)

(国名)

(出願年月日)

Japan

(Number)

(Country)

(Day/Month/Year Filed)

(番号)

(国名)

(出願年月日)

私は、ここに、下記のいかなる米国仮特許出願についても、その米国法典第35編119条(e)項の利益を主張する。

I hereby claim the benefit under Title 35, United States Code, Section 119 (e) of any United States provisional application(s) listed below.

(Application No.)
(出願番号)

(Filing Date)
(出願日)

(Application No.)
(出願番号)

(Filing Date)
(出願日)

私は、ここに、下記のいかなる米国出願についても、その米国法典第35編第120条に基づく利益を主張し、又米国を指定するいかなるPCT国際出願についても、その同第365条(c)に基づく利益を主張する。また、本出願の各特許請求の範囲の主題が米国法典第35編第112条第1段に規定された態様で、先行する米国特許出願又はPCT国際出願に開示されていない場合においては、その先行出願の出願日と本国内出願日またはPCT国際出願日との間の期間中に入手された情報で、連邦規則法典第37編規則1.56に定義された特許性に関わる重要な情報について開示義務があることを承認する。

I hereby claim the benefit under Title 35, United States Code, Section 120 of any United States application(s), or 365 (c) of any PCT International application designating the United States, listed below and, insofar as the subject matter of each of the claims of this application is not disclosed in the prior United States or PCT International application in the manner provided by the first paragraph of Title 35, United States Code, Section 112, I acknowledge the duty to disclose information which is material to patentability as defined in Title 37, Code of Federal Regulations, Section 1.56 which became available between the filing date of the prior application and the national or PCT International filing date of application:

PCT/JP99/05676

October 14, 1999

Pending

(Application No.)
(出願番号)

(Filing Date)
(出願日)

(Status: Patented, Pending, Abandoned)
(現況: 特許許可済、係属中、放棄済)

(Application No.)
(出願番号)

(Filing Date)
(出願日)

(Status: Patented, Pending, Abandoned)
(現況: 特許許可済、係属中、放棄済)

私は、ここに表明された私自身の知識に係る陳述が真実であり、且つ情報と信ずることに基づく陳述が、真実であると信じられることを宣言し、さらに、故意に虚偽の陳述などを行った場合は、米国法典第18編第1001条に基づき、罰金または拘禁、若しくはその両方により処罰され、またそのような故意による虚偽の陳述は、本出願またはそれに対して発行されるいかなる特許も、その有効性に問題が生ずることを理解した上で陳述が行われたことを、ここに宣言する。

I hereby declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code and that such willful false statements may jeopardize the validity of the application or any patent issued thereon.

Japanese Language Declaration

(日本語宣言書)

委任状： 私は本出願を審査する手続を行い、且つ米国特許商標庁との全ての業務を遂行するために、記名された発明者として、下記の弁護士及び/または弁理士を任命する。(氏名及び登録番号を記載すること)

Douglas B. Henderson, Reg. 20,291; Ford F. Farabow, Jr., Reg. 20,630; Arthur S. Garrett, Reg. 20,338; Donald R. Dunner, Reg. 19,073; Brian G. Brunsvold, Reg. 22,593; Tipton D. Jennings, IV, Reg. 20,645; Jerry D. Voight, Reg. 23,020; Laurence R. Hefter, Reg. 20,827; Kenneth E. Payne, Reg. 23,098; Herbert H. Mintz, Reg. 26,691; C. Larry O'Rourke, Reg. 26,014; Albert J. Santorelli, Reg. 22,610; Michael C. Elmer, Reg. 25,857; Richard H. Smith, Reg. 20,609; Stephen L. Peterson, Reg. 26,325; John M. Romary, Reg. 26,331; Bruce C. Zotter, Reg. 27,680; Dennis P. O'Reilly, Reg. 27,932; Allen M. Sokal, Reg. 26,695; Robert D. Bajefsky, Reg. 25,387; Richard L. Stroup, Reg. 28,478; David W. Hill, Reg. 28,220; Thomas L. Irving, Reg. 28,619; Charles E. Lipsey, Reg. 28,165; Thomas W. Winland, Reg. 27,605; Basil J. Lewis, Reg. 28,818; Martin I. Fuchs, Reg. 28,508; E. Robert Yoches, Reg. 30,120; Barry W. Graham, Reg. 29,924; Susan Habeman Griffen, Reg. 30,907; Richard B. Racine, Reg. 30,415; Thomas H. Jenkins, Reg. 30,857;

POWER OF ATTORNEY: As a named inventor, I hereby appoint the following attorney(s) and/or agent(s) to prosecute this application and transact all business in the Patent and Trademark Office connected therewith. (list name and registration number)

Robert E. Converse, Jr., Reg. 27,432; Clair X. Mullen, Jr., Reg. 20,348; Christopher P. Foley, Reg. 31,354; John C. Paul, Reg. 30,413; Roger D. Taylor, Reg. 28,992; David M. Kelly, Reg. 30,953; Kenneth J. Meyers, Reg. 25,146; Carol P. Einaudi, Reg. 32,220; Walter Y. Boyd, Jr., 31,738; Steven M. Anzalone, Reg. 32,095; Jean B. Fordis, Reg. 32,984; Barbara C. Mccurdy, Reg. 32,120; James K. Hammond, Reg. 31,964; Richard V. Burgujian, Reg. 31,744; J. Michael Jakes, Reg. 32,824; Dirk D. Thomas, Reg. 32,600; Thomas W. Banks, Reg. 32,719; Christopher P. Isaac, Reg. 32,616; Bryan C. Diner, Reg. 32,409; M. Paul Barker, Reg. 32,013; Andrew Chanho Sonu, Reg. 33, 457; David S. Forman, Reg. 33,694; Vincent P. Kovalick, Reg. 32,867; James W. Edmondson, Reg. 33,871; Michael R. McGurk, Reg. 32,045; Joann M. Neth, Reg. 33,751; Cheri M. Taylor, Reg. 33,216; Charles E. Van Horn, Reg. 40,266; Linda A. Wadler, Reg. 33,218; Jeffrey A. Berkowitz, Reg. 36,743; Michael R. Kelly, Reg. 33,921; James B. monroe, Reg. 33,971

書類送付先：

Send Correspondence to:

FINNEGAN, HENDERSON, FARABOW, GARRETT & DUNNER, L.L.P.
1300 I Street, N. W. Washington, D.C.
20005-3315 U. S. A.

直接電話連絡先： (名前及び電話番号)

Direct Telephone Calls to: (name and telephone number)

FINNEGAN, HENDERSON, FARABOW, GARRETT & DUNNER, L.L.P.
(202) 408-4000

唯一または第一発明者名

Full name of sole or first inventor

小林保男

Yasuo KOBAYASHI

発明者の署名

日付

Inventor's signature

Date

Yasuo Kobayashi

Aug. 22, 2000

住所

Residence

日本国, _____

Nirasaki-Shi, Yamanashi-Ken, Japan

国籍

Citizenship

日本

Japan

私書箱

Post Office Address

1-6-2, Hon-Cho, Nirasaki-Shi, Yamanashi-Ken, Japan

第二共同発明者

Full name of second joint inventor, if any

第二共同発明者の署名

日付

Second inventor's signature

Date

住所

Residence

日本国, _____

Japan

国籍

Citizenship

日本

Japan

私書箱

Post Office Address

(第三以降の共同発明者についても同様に記載し、署名をすること)

(Supply similar information and signature for third and subsequent joint inventors.)